

## グリーンランド北西部でのエアロゾル観測

原圭一郎<sup>1</sup>、的場澄人<sup>2</sup>、山崎哲秀<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 福岡大・理・<sup>2</sup> 北大低温研・<sup>3</sup> アバンナット

## Aerosol measurements at Siorapaluk, Greenland

K. Hara<sup>1</sup>, S. Matoba<sup>2</sup> and T. Yamasaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fukuoka Univ., <sup>2</sup>Hokkaido Univ. ILTS, and <sup>3</sup>AVANGNAQ

For better understanding about sea-salt chemistry and sea-salt fractionation, simultaneous measurements of aerosols and frost flower on sea-ice were made around Siorapaluk, Greenland from December, 2013 till April 2014. Portable optical particle counter and aerosol sampler were used for aerosol measurements in this study. Single particles on aerosol samples were analyzed with scanning electron microscope-Energy dispersive X-ray spectrometer (SEM-EDX). The fractionated sea-salt particles (Mg-rich sea-salt particles) were identified in aerosol samples collected in this study. Therefore, sea-salt particles released from sea-ice might be dispersed in the Arctic atmosphere, similar to the Antarctic regions.

【はじめに】海塩粒子は対流圏エアロゾルの主成分の一つである。冬季～春季の極域では、海洋表面からの放出に加え、海氷上の積雪・フロストフラワーが強風下で破碎・剝離されることにより海塩粒子が大気中へ放出される。海氷形成時には Mirabilite ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) や Hydrohalite ( $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) などの析出に伴う組成分別過程が進行するため、海氷起源の海塩粒子は、海洋起源の海塩粒子と異なった組成を有する（例、Wagenbach et al., 1998; Hara et al., 2012）。海塩組成分別による組成比の変化は、海塩粒子の吸湿特性の変化をもたらすだけでなく、不均一反応特性、粒径変化による光学特性変化も引き起こすため、及ぼし得る影響は多岐にわたる。しかしながら、海氷起源の海塩粒子の主たる発生地域である季節海氷上の観測は極めて限定的である。ここでは、季節海氷上のエアロゾル・フロストフラワーなどの観測を同時に行い、季節海氷域での海塩組成分別過程、海氷起源海塩粒子の循環過程を理解することを目的として、グリーンランド北西部で行った観測結果の概要を紹介する。

【観測と分析】エアロゾル・気象・フロストフラワーの観測は、2013 年 12 月から 2014 年 4 月にグリーンランド北西部に位置するシオラパルク周辺で実施した。無人気象計 (HOB0 U30-NRC Weather Station) は、シオラパルクの居住区から約 1km 離れた陸上に設置した。エアロゾルの数濃度・粒径分布観測には、可搬型 Optical particle counter (KR12A, RION) を使用した。エアロゾルサンプリングには 2 段式の Low-volume-impactor (カットオフ径:  $0.2\mu\text{m}$ ,  $2\mu\text{m}$ ) を用い、炭素蒸着を施したコロジオン薄膜状にエアロゾル粒子を捕集した。エアロゾル観測とサンプリングは、シオラパルク周辺の海氷上に機器を徒歩あるいは犬ぞりで観測地に運び、エアロゾル観測を行った。得られた試料は、走査型電子顕微鏡—エネルギー分散型 X 線分析装置 (SEM-EDX: Quanta FEG-200F (FEI), EL30 (EDAX)) で個別粒子分析を行った。

【結果と考察】観測を始めた 2013 年 12 月頃には、シオラパルク周辺の海域は海氷に覆われていたものの、2 月上旬頃の荒天時に付近の海水が流出し、シオラパルク居住区の目前で一時的に海水面が出現した。その後、新たに海水が凍結し、新しい海氷が形成された。エアロゾル・フロストフラワーの集中観測を行った 2 月中旬～3 月上旬には、新海氷上にフロストフラワーが出現している状況下で観測を実施することができた。Fig. 1 に観測期間中に計測されたエアロゾル数濃度の時間変化を示す。観測期間中の  $D_p > 0.3\mu\text{m}$  の数濃度は 584–28000 個/L (平均: 4360 個/L)、 $D_p > 2.0\mu\text{m}$  の数濃度は 7–1230 個/L (平均: 70 個/L) と、2–3 桁の幅で数濃度が変化していた。粗大粒子域 ( $D_p > 2.0\mu\text{m}$ ) の数濃度は、強風時に数濃度が高くなるが多かったため、強風下での海氷や積雪から粗大粒子域のエアロゾル粒子が放出されていたことが伺える。微小粒子域 ( $D_p: 0.3\text{--}2.0\mu\text{m}$ ) では、強風時に若干の数濃度増加は確認されるものの、粗大粒子の様な顕著な増加は確認されていないため、構成するエアロゾルの種類とその起源が異なっていることが示唆される。粒子形状を球形と密度 ( $\rho_p = 1.8\text{ g/cm}^3$ ) を仮定し、観測で得られた数濃度から  $D_p: 0.3\text{--}5.0\mu\text{m}$  の粒径域の質量濃度を推定すると、 $0.3\text{--}39.4\mu\text{g/m}^3$  (平均:  $2.7\mu\text{g/m}^3$ ) の範囲で変化していた。12–3 月では、 $<1\mu\text{g/m}^3$  となることが多く、この時期のグリーンランド北西部 (シオラパルク周辺域) におけるエアロゾル質量濃度のバックグラウンドレベルに相当するとみて良いだろう。質量濃度の変化は、粗大粒子域の数濃度変化とよく対応しており、強風による海氷や積雪表面からのエアロゾル放出の影響を強く受けていることが示唆される。

SEM-EDX 分析で確認された海塩粒子とその関連粒子の例を Fig. 2 に示す。本研究では、比較的海水比に近い組成を持つ海塩粒子 (Fig. 2a)、Mg が濃縮した海塩粒子 (Fig. 2b)、 $\text{HNO}_3$  により Cl ロスが進行した変質海塩粒子 (Fig. 2c)、 $\text{SO}_2$  や  $\text{H}_2\text{SO}_4$  により Cl ロスが進行した変質海塩粒子 (Fig. 2d)、海塩組成分別の副生成物と考えられる

MgSO<sub>4</sub> 粒子 (Fig. 2e) や MgCl<sub>2</sub> 粒子 (Fig. 2f) が確認された。Fig. 2 に示した粒子のほかには、硫酸塩粒子（微小粒子域で主要）、鉍物粒子（粗大粒子域に分布）、K を含有する硫酸塩粒子、CaSO<sub>4</sub> 粒子、人為起源と見られる重金属を含有する粒子などが確認された。海氷形成時には Na 塩 (mirabilite、halite) が析出し、海塩組成分別が進行するため、海氷上から大気へ放出される海塩粒子は、Mg が相対的に濃縮された状態にあることが南極域では確認されている (Hara et al., 2012, 2013)。

Fig. 2b, 2e, 2f の様な Mg-rich 海塩粒子や Mg 塩がエアロゾル中に存在していたことは、海氷形成時の組成分別をした海塩成分が、大気中に存在していたことを強く示唆している。当日は、海塩粒子の組成分別・変質を中心に冬季～春季グリーンランド北西部のエアロゾル組成の変化を紹介する。また、南極域で観測された組成分別された海塩粒子との比較や、同時期に観測されたフロストフラワーの組成と併せて議論を行う予定である。フロストフラワー・積雪中の化学成分については、的場ほかにより同シンポジウム内で発表の予定である。

## References

- Hara, K., K. Osada, M. Yabuki, and T. Yamanouchi, (2012), Seasonal variation of fractionated sea-salt particles on the Antarctic coast, *Geophys. Res. Lett.*, 39, L18801, doi:10.1029/2012GL052761.
- Hara, K., K. Osada, and T. Yamanouchi, (2013), Tethered balloon-borne aerosol measurements: Seasonal and vertical variations of aerosol constituents over Syowa Station, Antarctica, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 9119-9139, doi:10.5194/acp-13-9119-2013.
- Wagenbach, D., F. Ducroz, R. Mulvaney, L. Keck, A. Minikin, M. J. Legrand, S. Hall, and E. W. Wolff (1998), Sea-salt aerosol in coastal Antarctic regions, *J. Geophys. Res.*, 103(D9), 10,961–10,974.

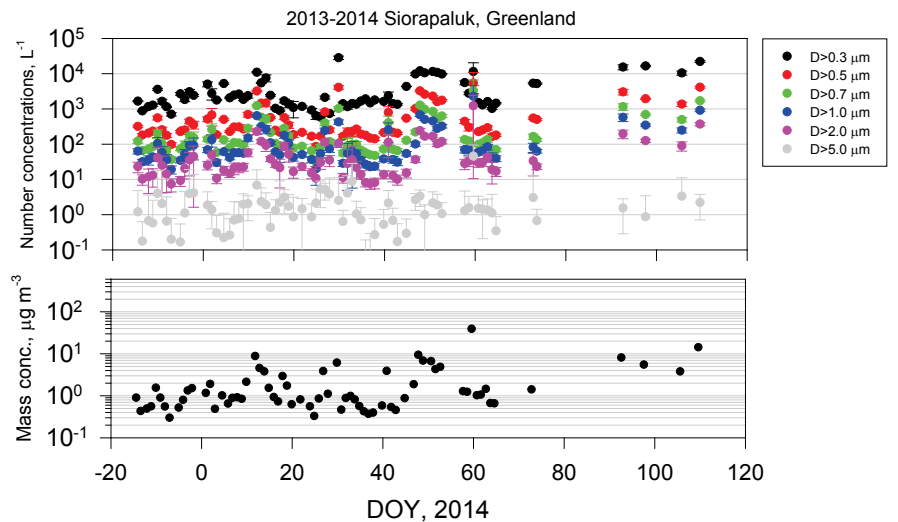


Figure 1. Variations of aerosol number and mass concentrations at Siorapaluk, Greenland. Mass concentrations (0.3 – 5.0 μm) were estimated from the number concentrations assuming spherical shape and density ( $\rho_p = 1.8 \text{ g/cm}^3$ ).

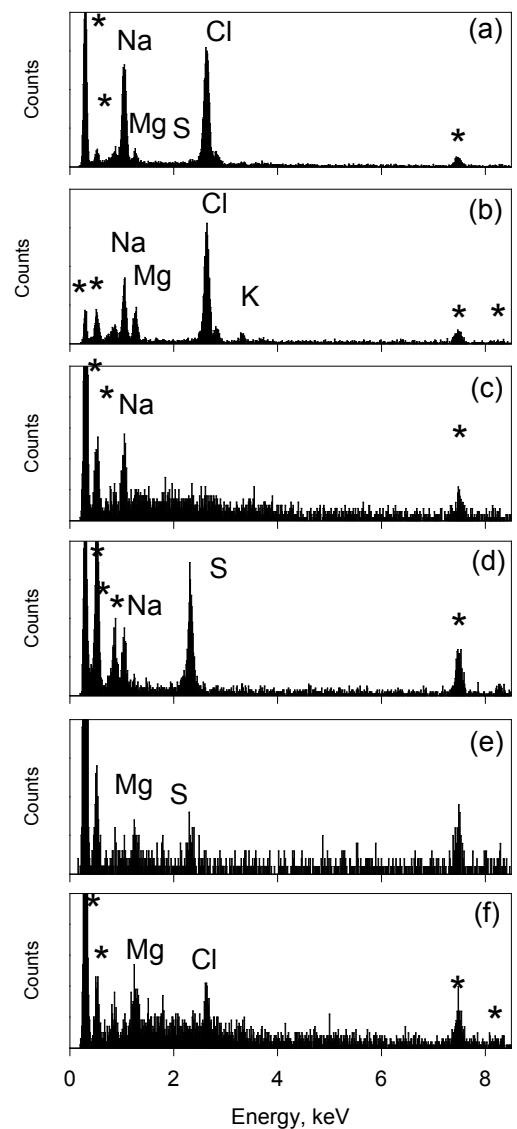


Figure 2. Examples of EDX spectra of (a) sea-salt particles, (b) Mg-rich sea-salt particles, (c) modified sea-salt particles with NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, (d) modified sea-salt particles with SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, (e) MgSO<sub>4</sub> particles, and (f) MgCl<sub>2</sub> particles.